



# M5.5.3.7 滑油系统

## 修订批准页:

1

版次	修订时间	编写/改版	修订说明	审核/时间	审批/时间
R0	2020.06.14	谈海军	新编课件	谈海军 2020.08.07	张玉 2020.08.11

## 目的与要求:

<b>目的</b>	通过本次课程的学习，掌握滑油系统概述，组成和工作，典型发动机滑油系统维护介绍
<b>要求</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 滑油的作用、主要特性参数和特点</li><li>2. 滑油系统类型和特点</li><li>3. 油箱、油泵、油滤、热交换器、油气分离器和磁堵</li><li>4. 供油、回油、通气和指示</li><li>5. 典型发动机滑油系统常见维护及安全注意事项</li></ol>

# 课程安排:

序号	内容	等级	课时
1	滑油系统概述		1H
2	组成和工作		2H
3	典型发动机滑油系统维护介绍		1H

A faint, light-colored silhouette of a commercial airplane is centered in the background of the slide.

5.3.7.1 滑油系统概述

5.3.7.2 组成和工作

5.3.7.3 典型发动机滑油系统维护介绍

A faint, light-colored silhouette of a commercial jet airplane is centered in the background, showing the fuselage, wings, and tail.

# 5.3.7.1 滑油系统概述

# 1 概述

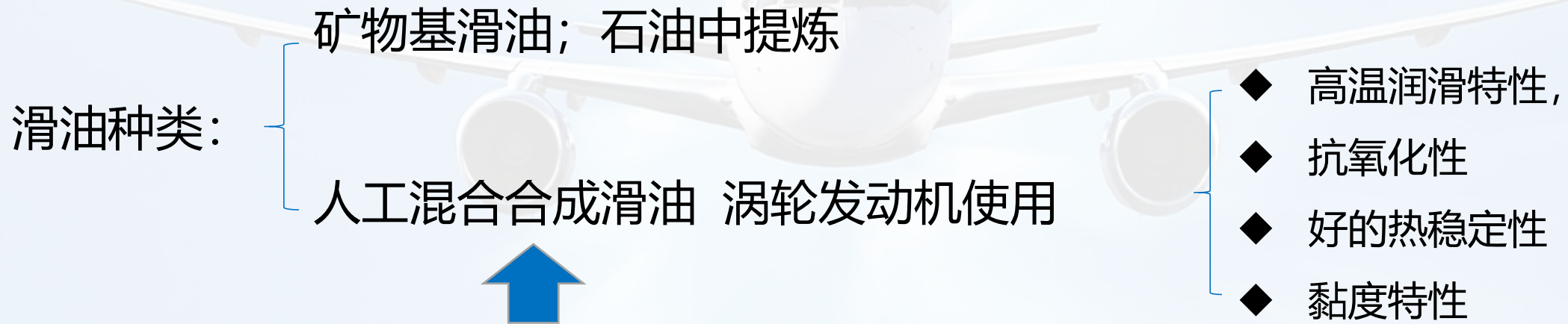
滑油系统的主要任务就是把一定压力、一定温度的清洁滑油送到需要润滑的地方，以保证发动机能正常工作

## 1.1 滑油

### a 滑油的作用

- ◆ 润滑、形成一定厚度的油膜
- ◆ 冷却、吸收并带走热量
- ◆ 清洁、金属细末或金属颗粒以及外来杂质一起带走
- ◆ 防腐 油膜覆盖金属表面，金属与空气隔离开
- ◆ 缓冲层，隔振、封严、密封作用
- ◆ 加热燃油，防冰系统的热源
- ◆ 工作介质用在某些液压装置和操纵机构中

## b 滑油特性



石油、动物油、植物油中提炼出来的某些二元醇酯混合I型、II型、III型, II型发动机最常使用的

滑油指标有黏度、黏度指数、倾点与凝点、闪点与燃点、抗氧化性

## a) 黏度

- ◆ **反映流动性**，黏度大流动性差，黏度越小，滑油就易流动
- ◆ 影响油膜的生成能力和油膜的承载能力，黏度大的滑油，其油膜的承载能力就大

**滑油黏度**由赛波特通用黏度计测量。根据60 (m L )的滑油在指定的温度下流过 校准孔的时间多少来划分黏度等级，用**厘沱**衡量

## b) 黏度指数

来表示滑油黏度随温度变化的情况。在给定的温度变化下，滑油的黏度变化越小，其黏度指数就越大

- ◆ 温度低，黏度大，流动差，润滑、冷却、散热效果不良，启动困难
- ◆ 温度高，滑油稀，黏度小，油膜或者油膜可能被破坏，润滑、冷却、散热不良

### c) 凝点

凝点是试样在规定的条件下冷却到停止移动时的最高温度，是用来衡量滑油**低温流动性**的常规指标，以 $^{\circ}\text{C}$ 表示。凝点偏高，油品的低温流动性就差。

## d) 闪点与燃点

- ◆ 滑油面上出现闪燃蒸汽的温度称为闪点，闪点低的滑油容易挥发，其工作范围相应也低。
- ◆ 滑油面上蒸汽和空气混合后可以燃烧的最低温度称为燃点。燃点应该尽可能高，以防止滑油系统着火

## e) 抗氧化性

氧化是滑油和氧气之间的反应，增加滑油黏度。当滑油温度增加高于一定值时，滑油开始同氧反应，因此**抗氧化性是滑油的重要特性**。II型滑油的抗氧化温度直到 220°C

f) 热稳定性

热稳定性指滑油在高温下抵抗化合物分解的能力

II 型 340°C

### c 总结要求

适当的黏度，承载强，好的低温流动性；低凝点、高闪点，低挥发性高抗氧化性，低的残炭值；高黏度指数，工作范围大

## 1.2 滑油系统的类型

再循环式滑油系统：滑油从滑油箱或机匣油槽经**增压过滤**后，分送到各个轴承腔和齿轮箱需要润滑的部位，然后再经回油系统返回滑油箱或机匣油槽

干槽再循环式滑油系统 有滑油箱 广泛采用

调压活门式  
全流式系统

湿槽再循环式滑油系统，没有滑油箱而利用机匣作为油槽

消耗方式

再循环式  
全耗式

## a 调压活门式系统

供油路滑油压力限制到给定的设计值来控制向轴承腔供应的滑油流量

### 调压活门式特点

- ◆ 弹簧加载的调压活门，
- ◆ 压力超过设计值时，允许滑油从增压泵出口直接返回增压泵进口或滑油箱
- ◆ 调压活门打开的压力对应发动机慢车转速时的供油压力，整个工作转速范围内，供油压力恒定

### 优缺点



压力低，功率减小滑油温升，复杂，维护要调整压力，活门常故障。  
**推力较小、轴承腔压力较低的发动机**

## b 全流式系统.

滑油压力随工作状态变化而改变，保证发动机各个状态下的滑油压力和流量要求特别是高功率状态的要求

### 特点

- ◆ 整个转速范围内达到要求的滑油流量
  - ◆ 直接向滑油供油喷嘴供压
  - ◆ 增压泵的尺寸由发动机最大转速下要求的滑油流量
  - ◆ 较小的压力和较小的回油泵
  - ◆ 安装了释压活门，可以旁通回油
- 冷起动条件  
发生堵塞时才打开

全流式系统简单，缺点要供油泵或相对高的滑油压力，大型涡轮发动机

A faint, light-colored illustration of a commercial airplane in flight, viewed from a front-quarter perspective, centered in the background.

## 5.3.7.2 组成和工作



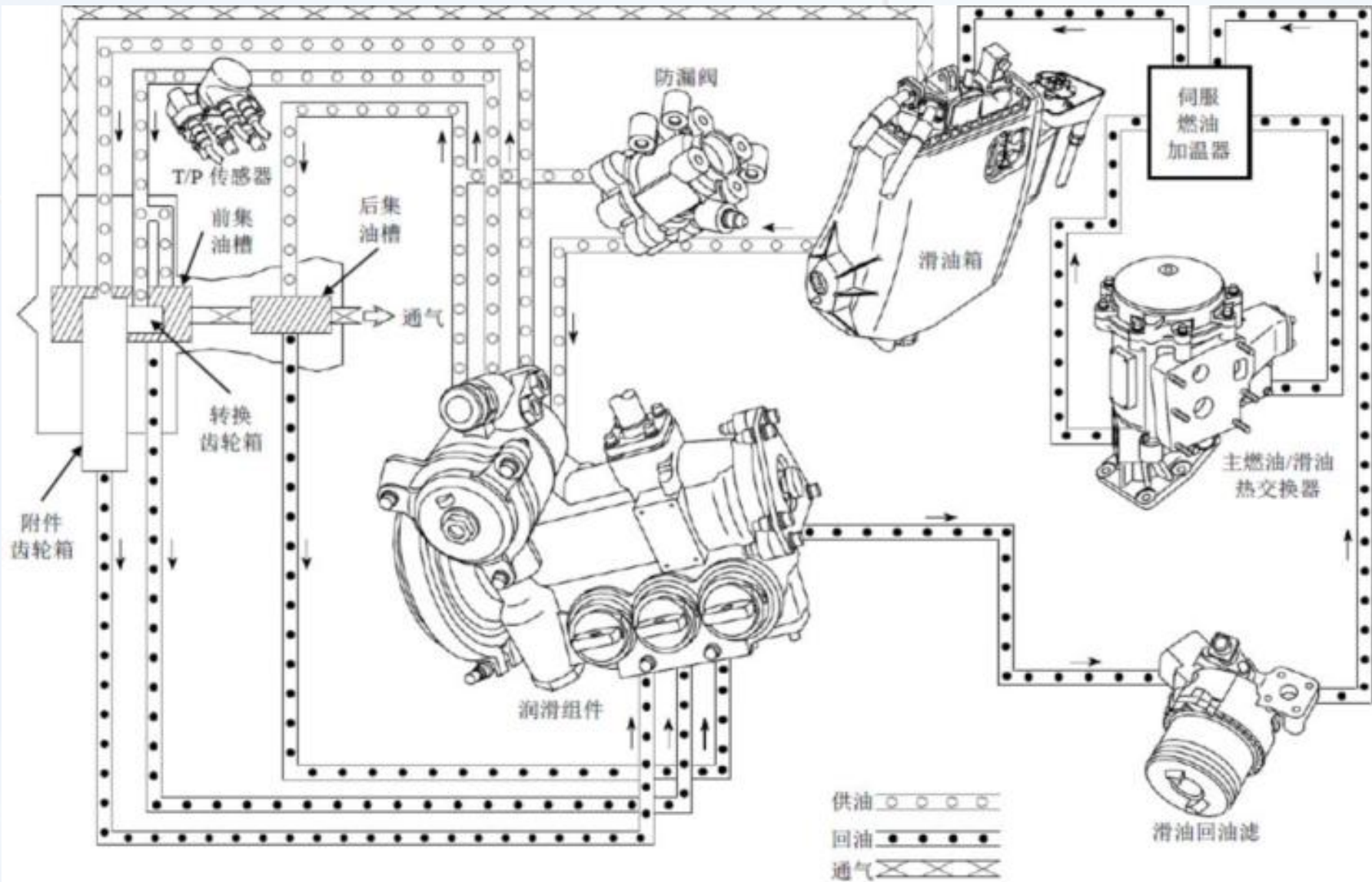
# 1 组成

## 2.1 滑油系统部件

- ◆ 滑油箱
- ◆ 滑油泵(供油泵和回油泵)
- ◆ 滑油滤
- ◆ 磁屑探测器
- ◆ 释压活门
- ◆ 滑油冷却器
- ◆ 油气分离器
- ◆ 滑油喷嘴
- ◆ 最终油滤
- ◆ 测试仪表



润滑组件



润滑组件为供油泵、回油泵、压力油滤、释压活门、磁屑探测器的组合件

图 10-1 典型的滑油系统部件

## a 滑油箱

安装在风扇机匣或附件齿轮箱上，滑油温度高，体积膨胀，流动会产生泡沫，10%或0.5gal（加仑）的膨胀空间。

- ◆ 重力或压力式加油口 标有“Oil”和容量
- ◆ 供油出口、回油进口、通气及放油塞
- ◆ 观察窗或者量杆，油量检查
- ◆ 传感器测滑油量
- ◆ 油气分离器，空气分离出来，从而减少泡沫的生成
- ◆ 防止油晃动的隔框
- ◆ 有的有防虹吸部件

防止停车后油箱滑油通过供油管流到系统中的最低点

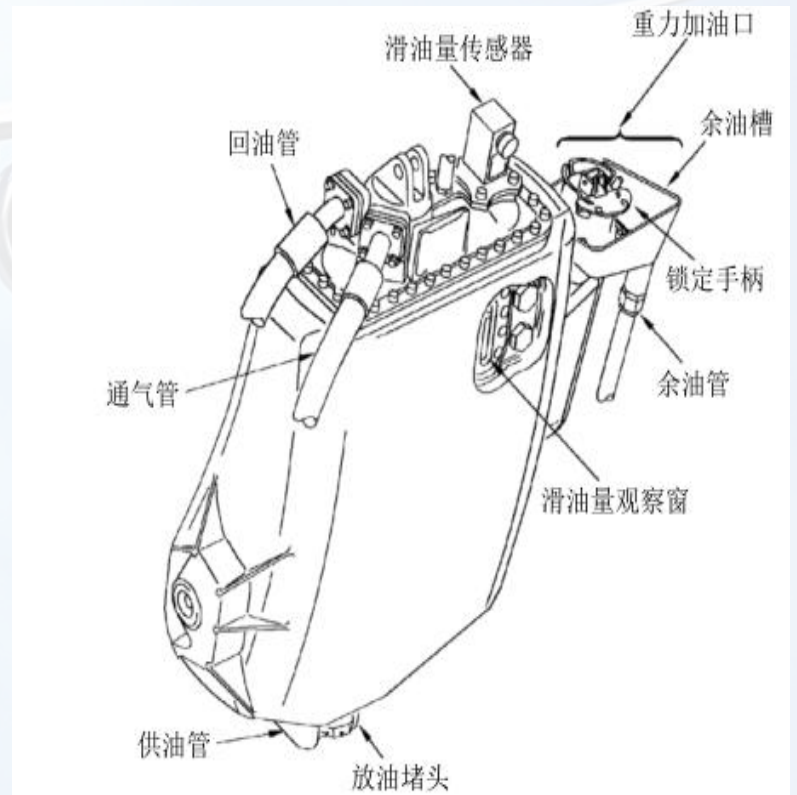


图 10-2 滑油箱

## b .滑油泵

### 滑油泵

增压泵 也叫供油泵，滑油从油箱中抽出送到轴承腔、齿轮箱等需要润滑的位置  
回油泵 将润滑后的滑油收集起来送回油箱

### 特点

增压泵和回油泵一体在润滑组件中，装附件齿轮箱上，一根轴驱动  
回油温度高，有气泡，回油要是增压的两倍以上。供油泵可1个，回油泵则有3个或4个

### 类型

- a. 齿轮泵
- b. 摆线泵
- c. 旋板泵

## a) 齿轮泵

### A 齿轮泵工作原理

一对齿数相同互相啮合的齿轮组成滑油由进口进入泵后，填满齿间槽穴，当齿轮被带动时，滑油即被带至出口处向外输出，滑油压力被提高

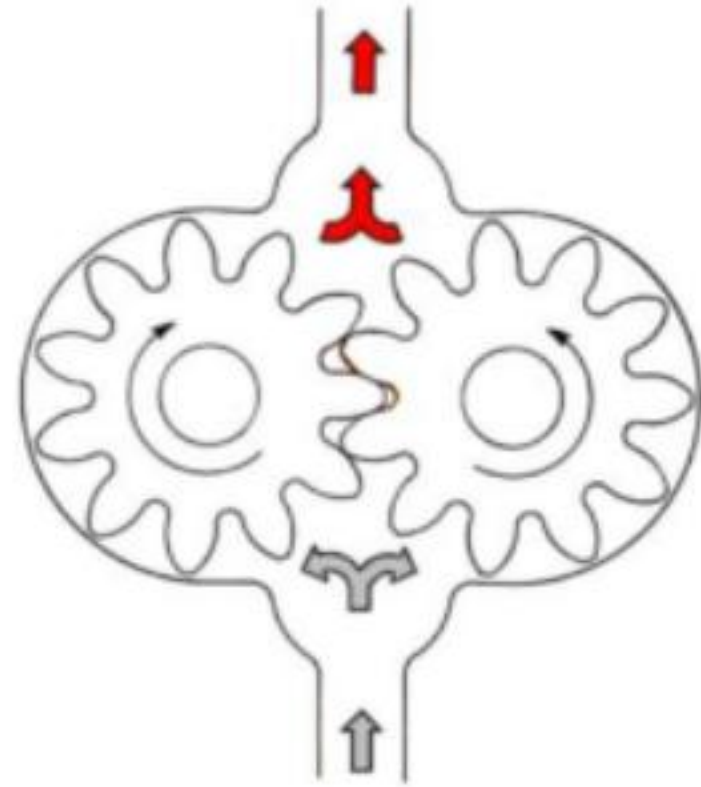
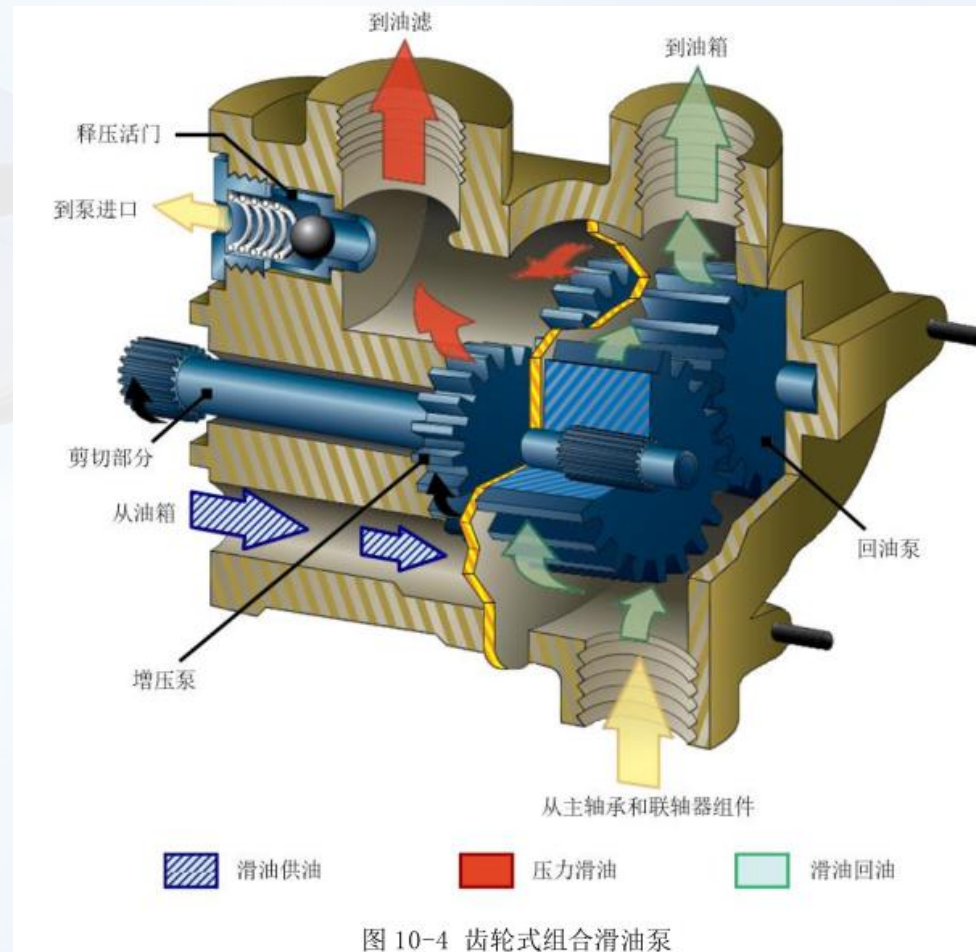


图 10-3 齿轮泵工作原理

## B 一体的齿轮式组合滑油泵

增压泵和回油泵做成一体的  
齿轮式组合滑油泵



## C 增压泵后释压活门

### 释压活门作用

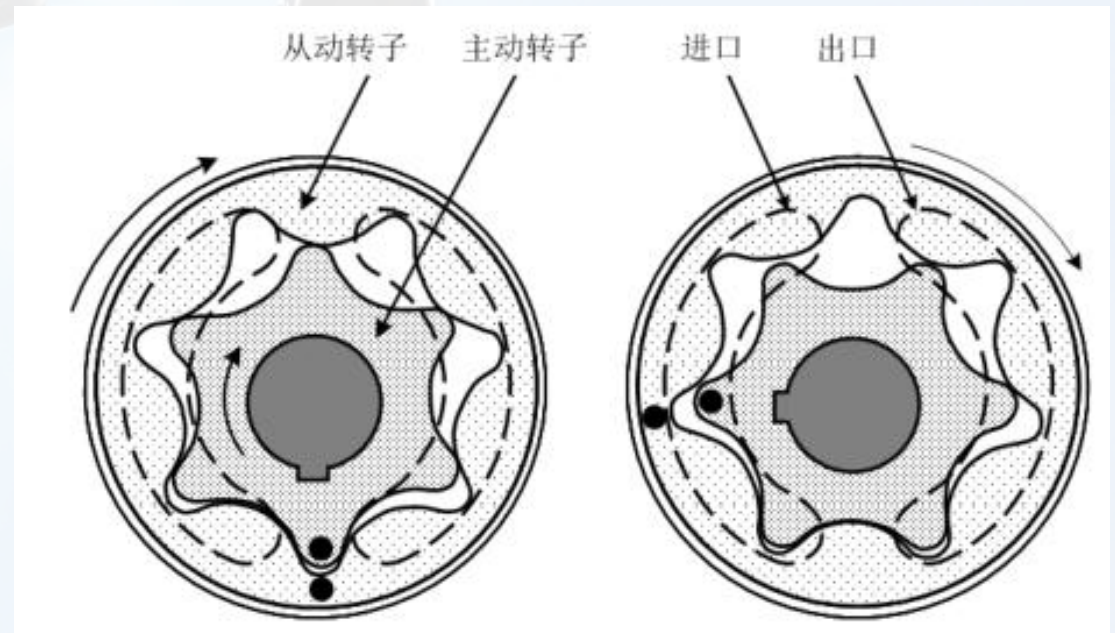
- ◆ 防压力过高，损坏系统薄壁部件和管路接头
- ◆ 高于定值，活门开，部分滑油由泵的旁路回到泵的进口处，保持压力一定
- ◆ 活门的弹簧力可调节

## b) 摆线转子泵

内转子  
外转子  
泵壳体

内外转子偏心安装并互相啮合，外转子比内转子多一个齿

- ◆ 工作时，内转子带动外转子旋转，容积发生变化
- ◆ 过进油口时齿间间隙增大滑油进油泵，
- ◆ 过出油口时齿间间隙减小滑油出油泵



## c 滑油滤

过滤滑油中的微粒，以保证滑油清洁

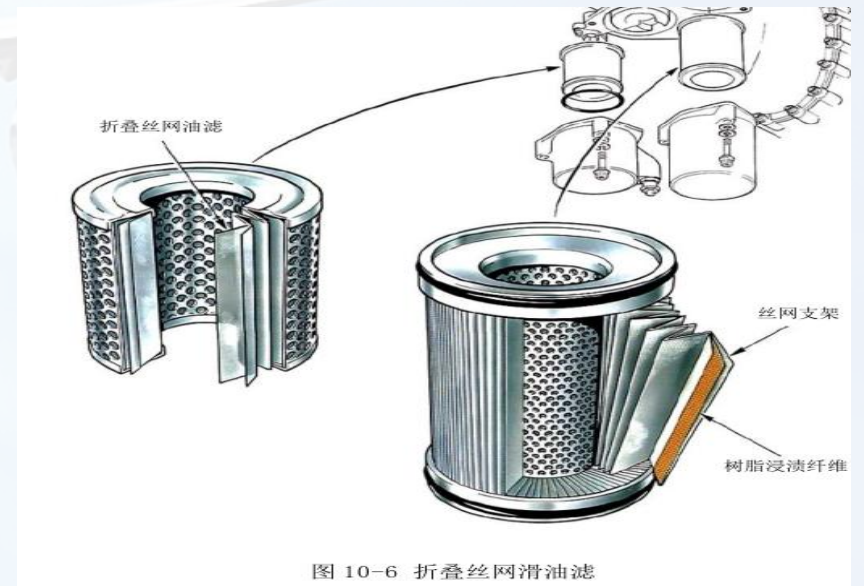
### 安装部位

- a. 滑油箱的出口或泵进口前 粗滤网，防损坏油泵
- b. 在供油路，装在增压泵后，滤细小颗粒防堵塞喷嘴
- c. 回油滤回油路上，收集从润滑部件任何碎片

## a) 主滑油滤

## 主滑油滤筒状结构部件

- ◆ 壳体
- ◆ 滤芯 折叠丝网或树脂浸渍纤维
- ◆ 旁通活门 主滑油滤进出口间，防堵塞中断供油
- ◆ 压差电门 { 接通，驾驶舱警告灯亮  
油滤壳体上装有伸出指示器
- ◆ 单向活门 油滤出口 { 停车关闭，防油箱滑油重力下流出  
开车，油压的作用下单向活门打开



b) 最终油滤

最终油滤

螺纹式油滤

多孔板

滤网油滤

油滤在内部，它只能待发动机翻修时更换

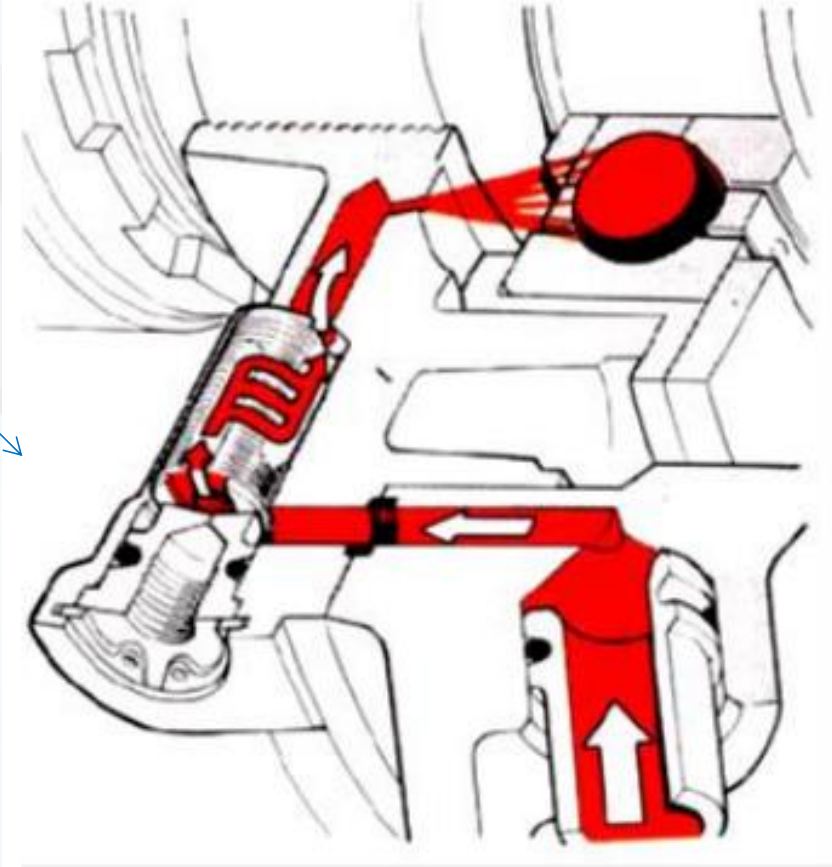


图10-7 螺纹式滑油滤

## d 滑油冷却器

要循环使用，需散热

- a. 燃油/滑油散热器
- b. 空气/滑油散热器

散热器位置

冷箱系统 回油路上，进入油箱的滑油温度较低  
热箱系统 供油路上，供出滑油较少的空气，小的散热器

## a) 燃油/滑油散热器

蜂窝散热组件，由折流板分隔成段

燃油导管内部流过，  
滑油导管外部流过

进口和出口之间安装有旁通活门，温度控制活门

温度敏感元件的热胀冷缩进行控制，  
由 EEC 根据滑油温度信号进行控制

- ◆ 温低，活门打开，旁通，不交换。
- ◆ 温高，活门关闭，热交换。
- ◆ 散热器压差达到定值，活门打开

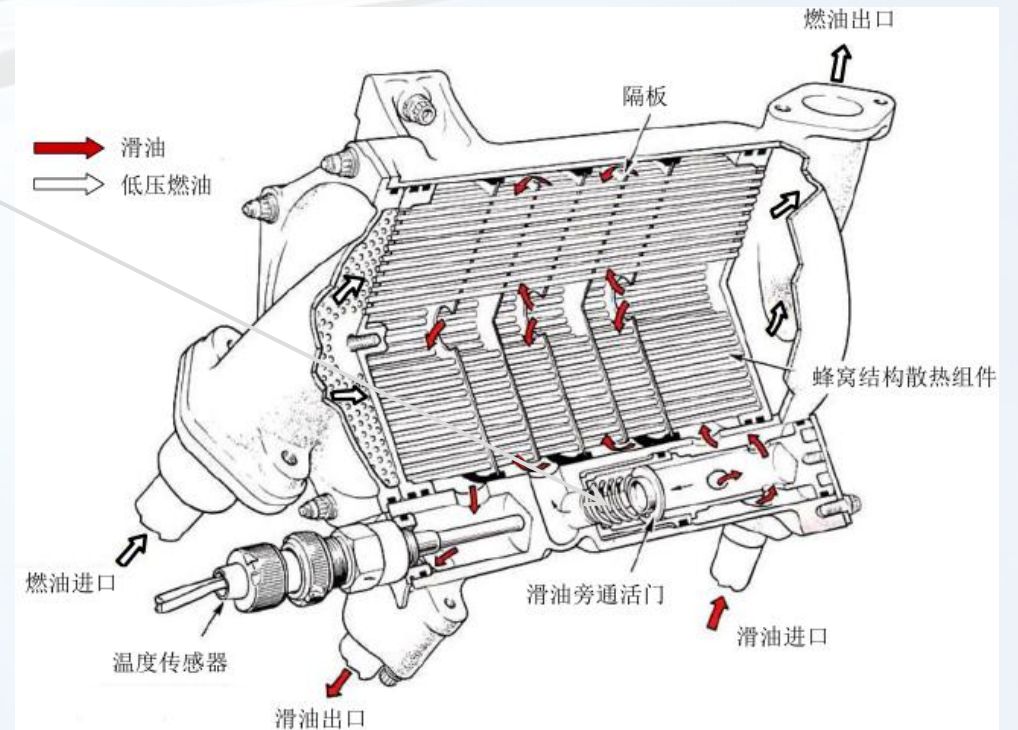


图 10-8 燃油/滑油热交换器

## b) 空气/滑油散热器

- ◆ 作为散掉滑油过多热量的第二冷却器，
- ◆ 结构与燃油 / 滑油热交换器类似
- ◆ 滑油在管子内部、空气在管子外面流动

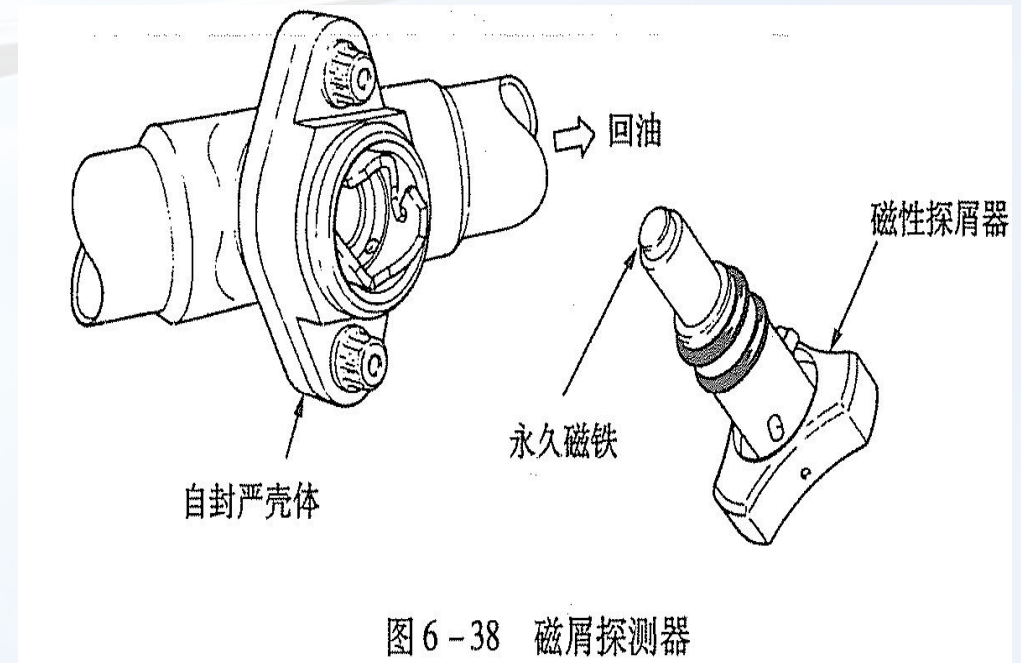
### c) 其余散热器

整体传动交流发电机(IDG)中恒速传动装置滑油冷却  
伺服燃油加热器 防止伺服燃油结冰

## e 磁屑探测器

又称磁性堵塞,

- ◆ 作用：探测金属粒子，判断发动机内部机件工作状态：
- ◆ 位置：装在回油路上（收油池、回油泵、油箱）
- ◆ 原理：永久磁铁和滤网吸附含铁及不含铁的粒子、碎块
- ◆ 检查：定期拆下 在高倍放大镜下观察分析
- ◆ 拆装：有自封活门防拆滑油流出



a) 磁屑探测器

插入式  
螺纹式

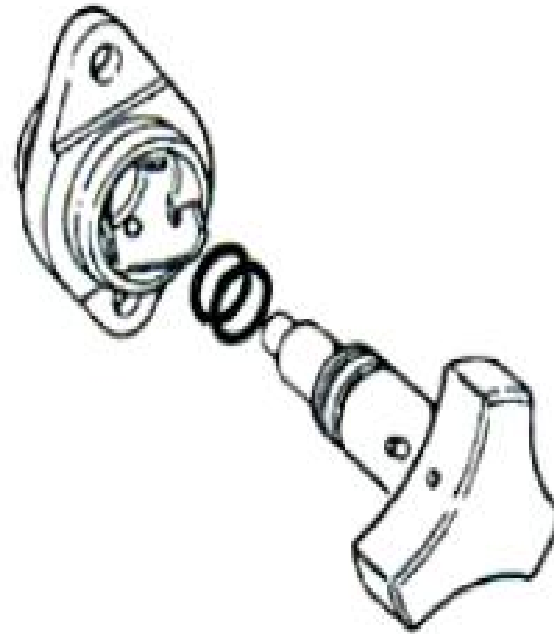


图 10-10 插入式磁堵



图 10-11 螺纹式磁堵

## b) 电子式磁屑探测器

两个磁铁收集碎屑，两个磁铁是碎屑监测系统（DMS）电路的一部分，两个磁铁吸附多的金属屑，充满磁铁间隙，电路接通，中央显示组件（CDUS）的发动机维护页面上显示DMS 维护信息。

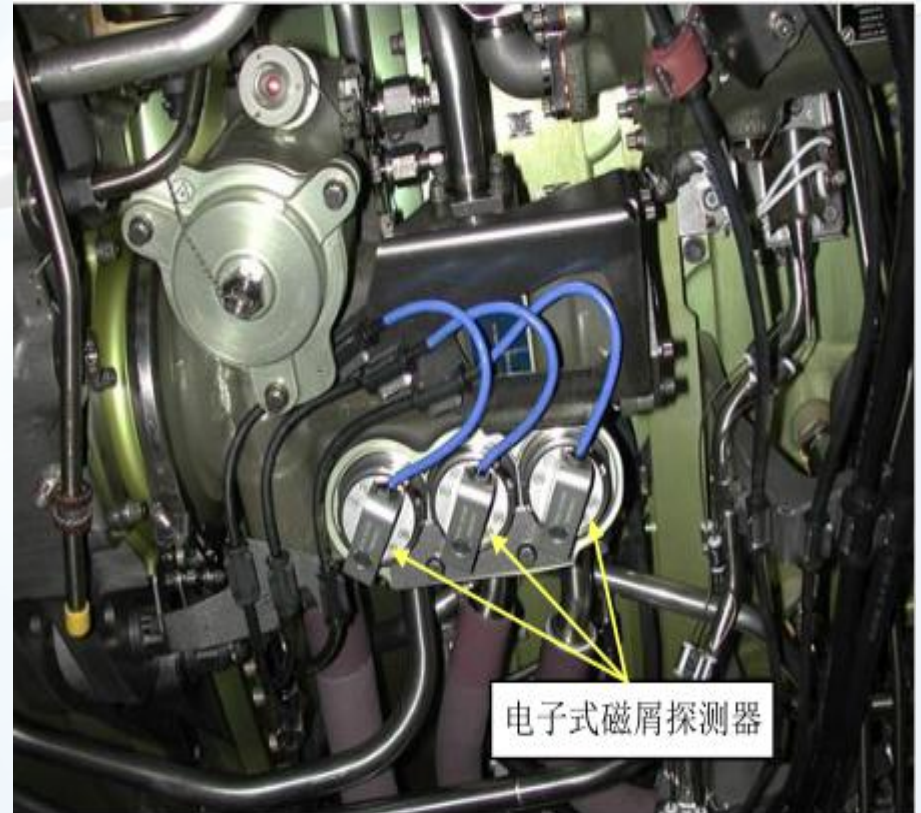


图 10-12 电子式磁屑探测器

## f 油气分离器

作用：防滑油箱、齿轮箱和轴承腔中压力过高，有通大气的通风口  
通往机外之前，去除气泡、蒸汽，防止供油中断或破坏油膜，  
减少滑油消耗

原理：油滴由转子离心力向外甩

位置： { 齿轮箱上并由齿轮箱驱动  
      { 低压转子轴上，低压轴驱动

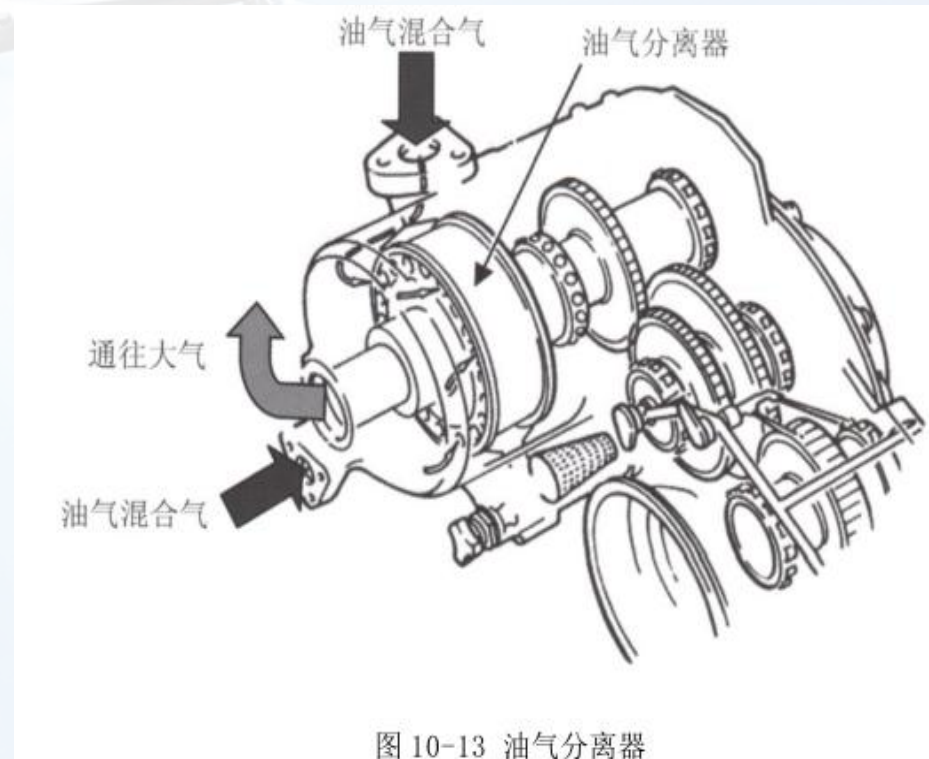
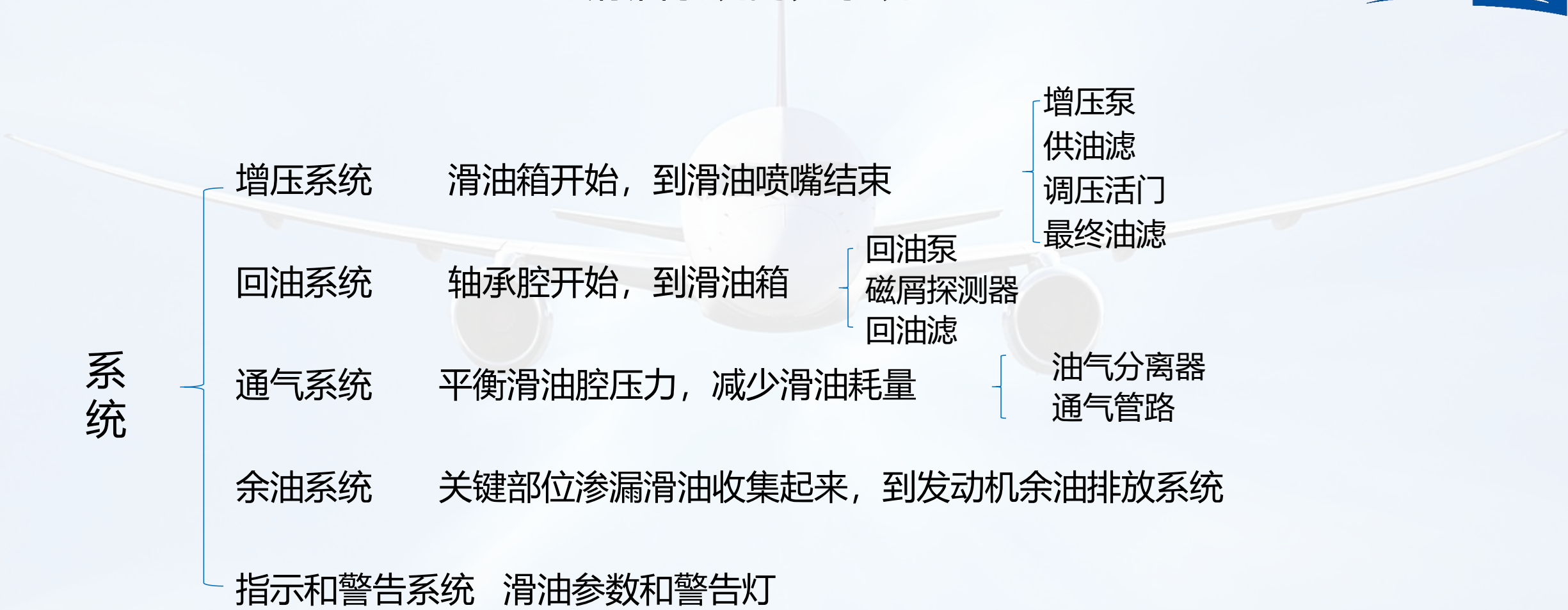


图 10-13 油气分离器



2 工作

## 2.2 滑油系统的分系统



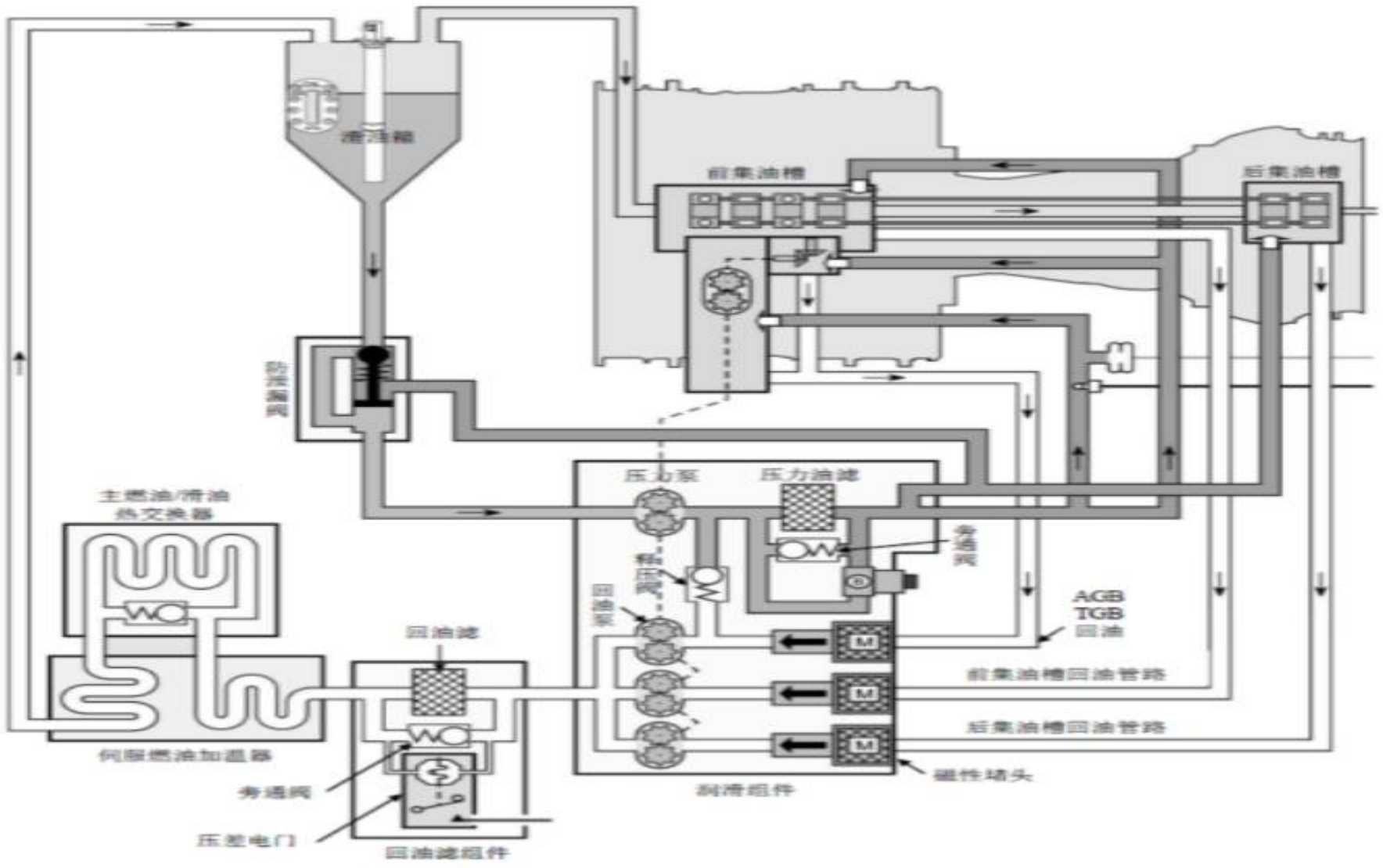
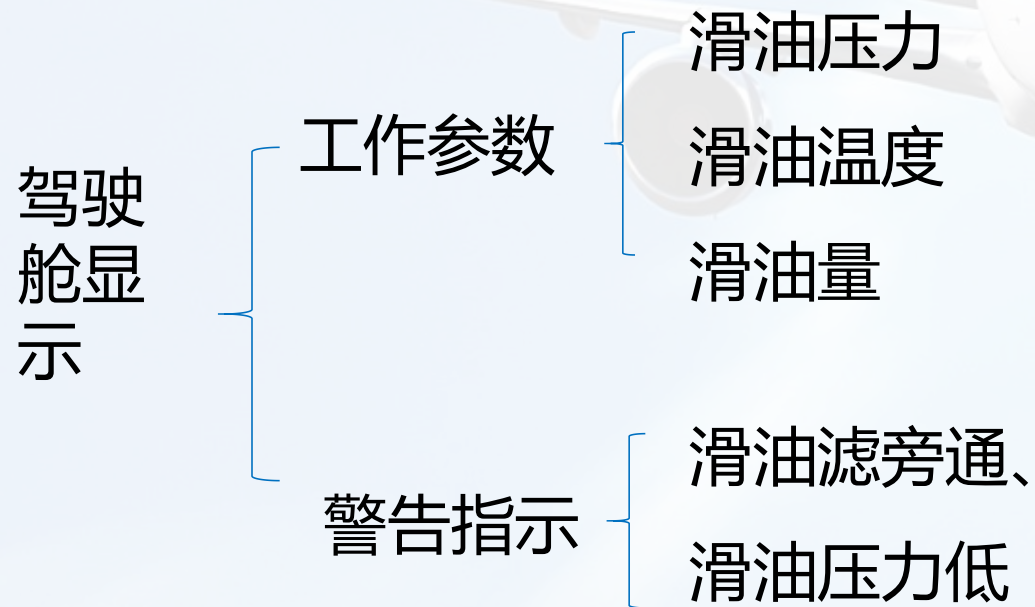


图 10-14 典型发动机的滑油系统

## 2.3 滑油系统的指示与监控

### a 滑油系统的指示

作用是指示发动机滑油系统工作是否正常，指出可能出现的故障



滑油压力、温度传感器装在滑油系统中

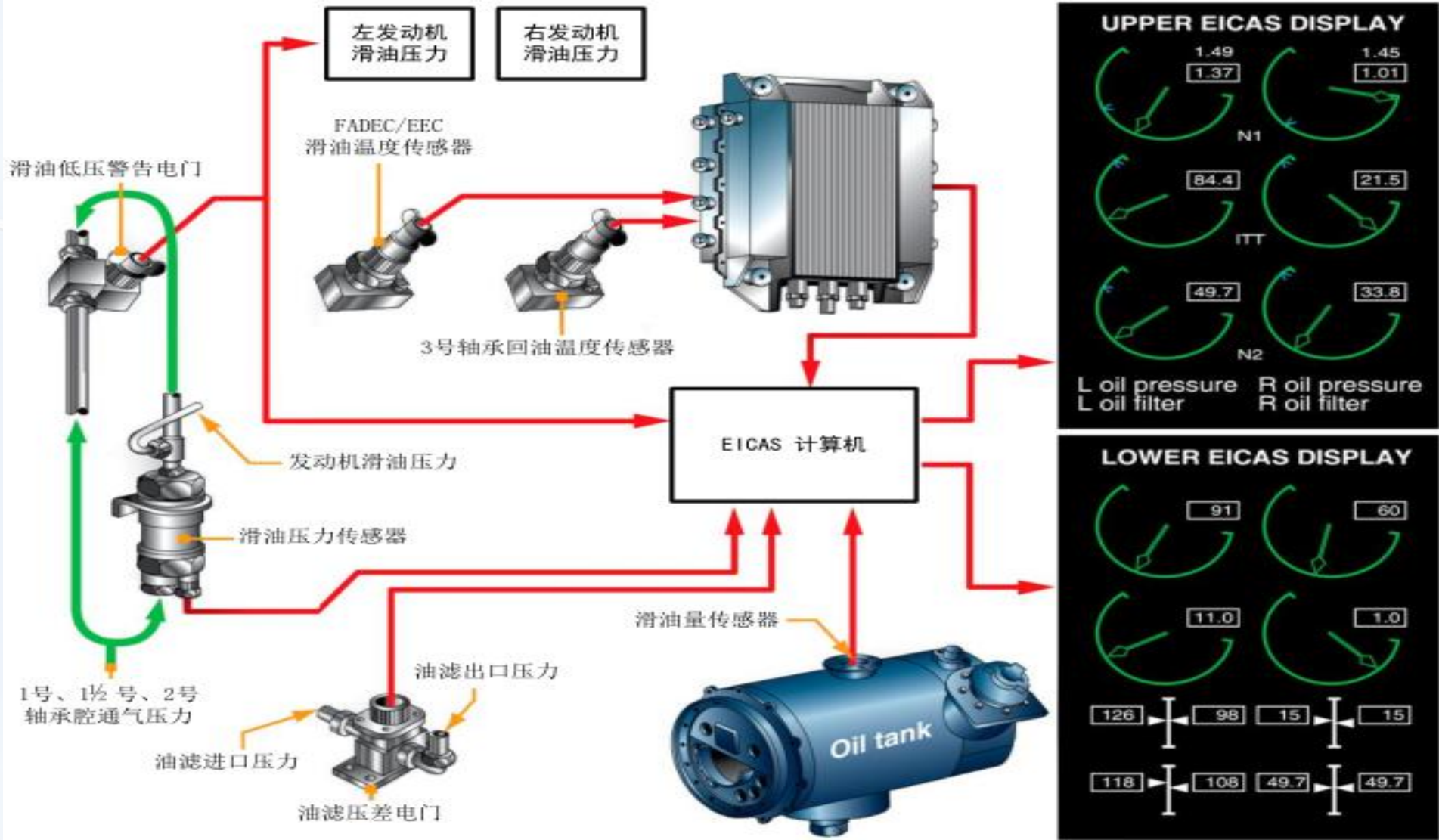


图 10-15 典型发动机滑油指示系统

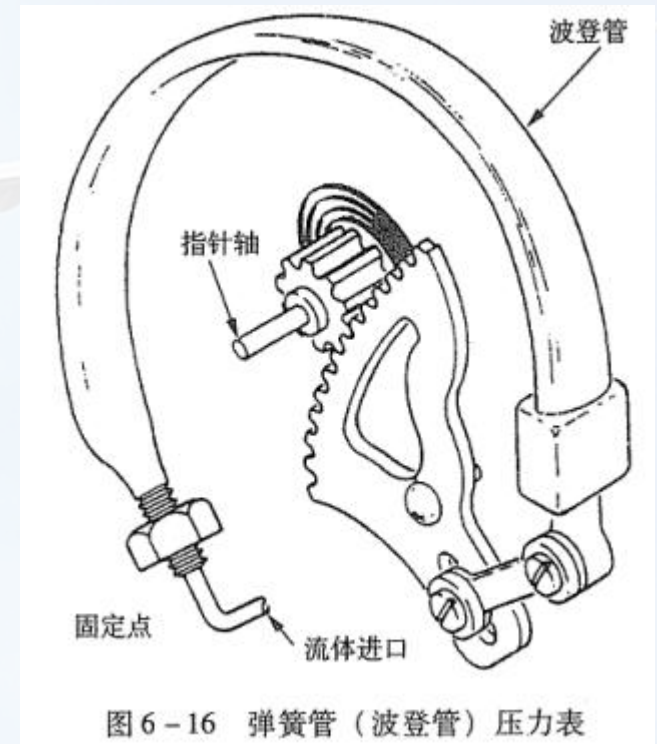
## a) 压力传感器

## A 滑油压力传感器

连接到滑油供油管和油箱通气管，感受的压力是供油路上滑油压力和油箱通气压力之间的压力差

传感器类型

{ 波登管型  
 应力表型 晶体振荡器压电效应



## B 滑油低压警告电门

连滑油供油管和油箱通气管，滑油压力过低时，将接通此电门，给出滑油压力低警告

**立即停车检查和维修**

## b) 滑油温度传感器

滑油系统中的安装位置取决于发动机类型

温度信息送到驾驶舱显示

安装位置

回油系统, 感受滑油冷却器上游的热滑油温度  
供油系统, 感受冷却后的滑油温度

类型

热电偶 热电势和温度差成正比  
热电阻 温度变化电阻变化

### c) 滑油量传感器

滑油量传感器装在滑油箱

电容型 利用滑油和空气的介电常数不同

舌簧电门型 滑油箱油面变化浮子上下运动

## d) 油滤堵塞指示

- ◆ 由油滤压差电门控制
- ◆ 电门感受油滤进出口压差，油滤堵塞而使压差达到设定值时电门接通，给出油滤旁通警告

b 滑油系统的监控.

监视粒子数量、尺寸和材料，反映发动机内部机械磨损和发展趋势

a) 0.015mm以上


检查方法	油滤	过滤元件不是经常更换	一定的间隔人工拆下检查 电子监视并在必要时拆下
	磁堵	比较容易且费时少	

电子磁屑探测器原理：顶部两个磁铁， ECU 监视磁铁之间的电阻，电阻低于极限值时，电子控制组件送出维护信息

b) 小于10 微米

滑油取样分析，监视粒子的浓度，有助于识别早期阶段的磨损。滑油油样在规定的间隔时间内从滑油箱取出，送到实验室分析。

方法 { 原子吸收法 准确度高光谱  
分析法 耗时很少

A faint, light-colored silhouette of a commercial airplane is centered in the background of the slide.

## 5.3.7.3 典型发动机滑油系统维护介绍

### 3.1 典型发动机滑油系统的部件识别



图 10-16 滑油箱

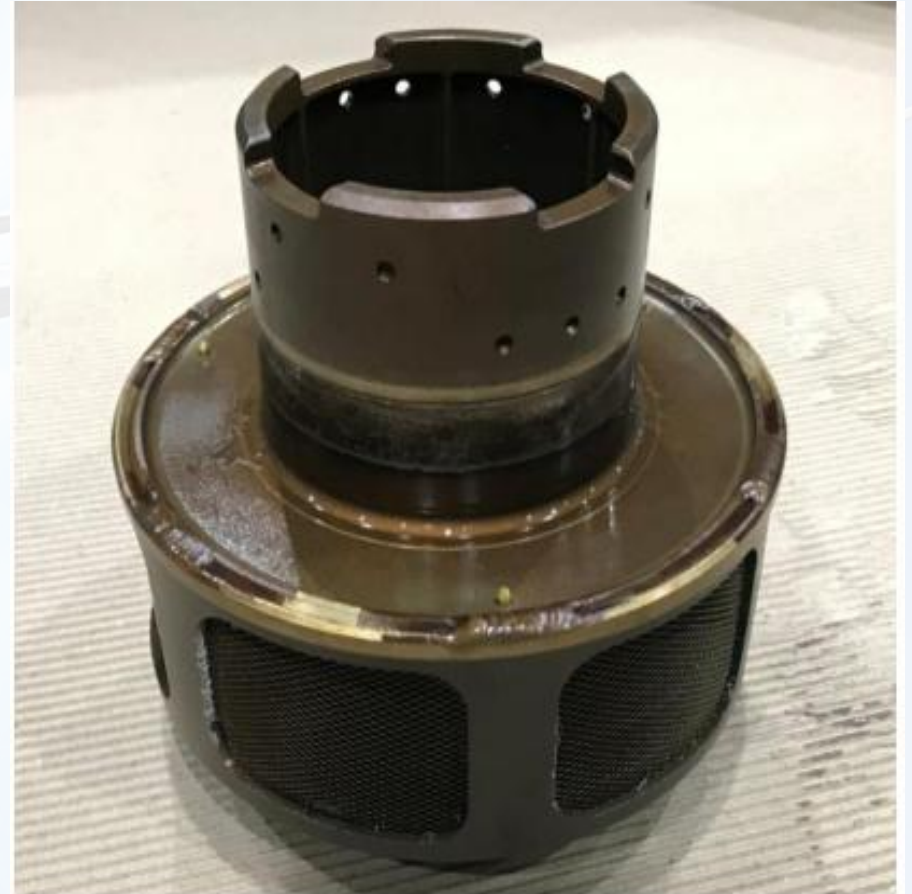


图 10-19 油气分离器

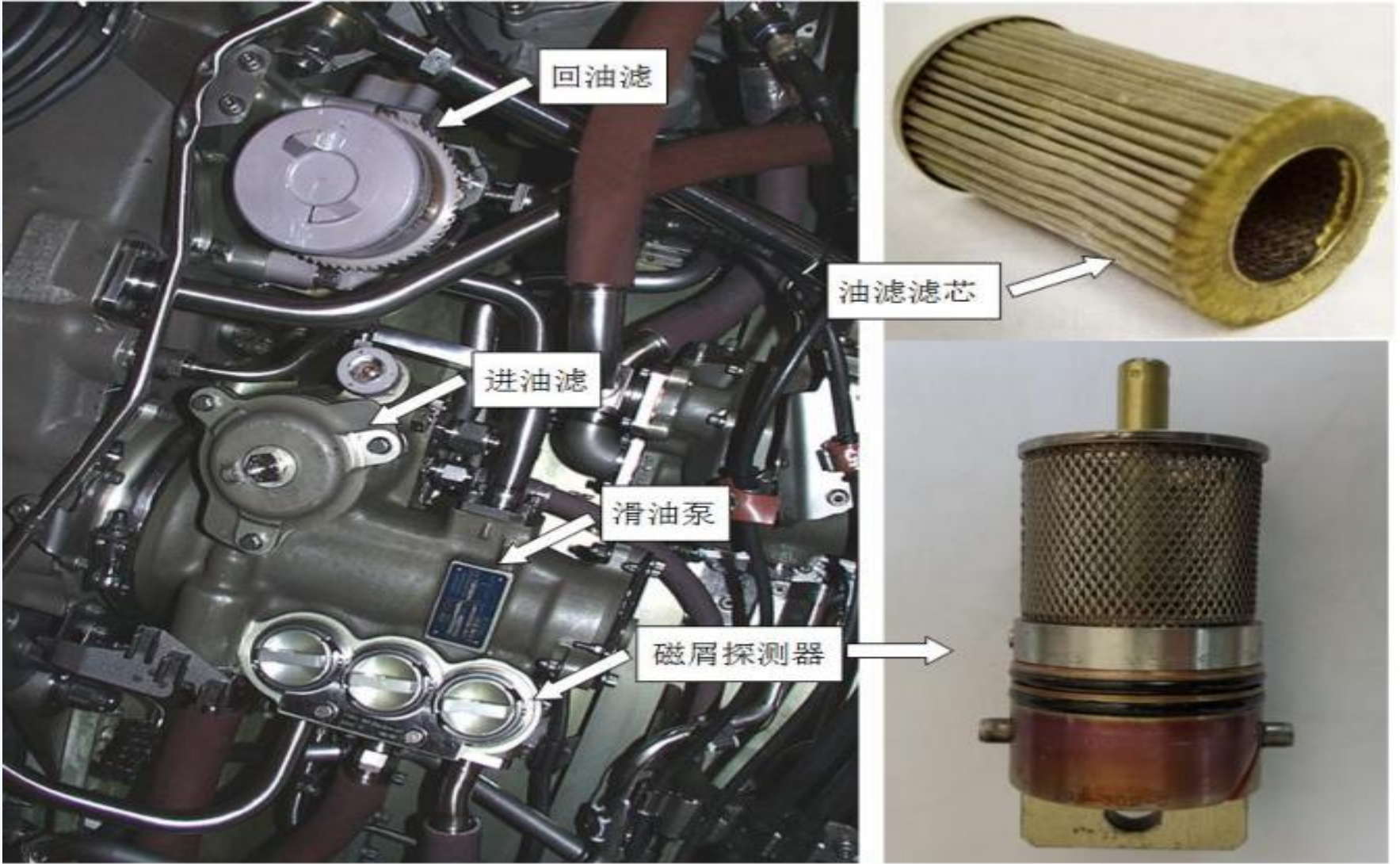
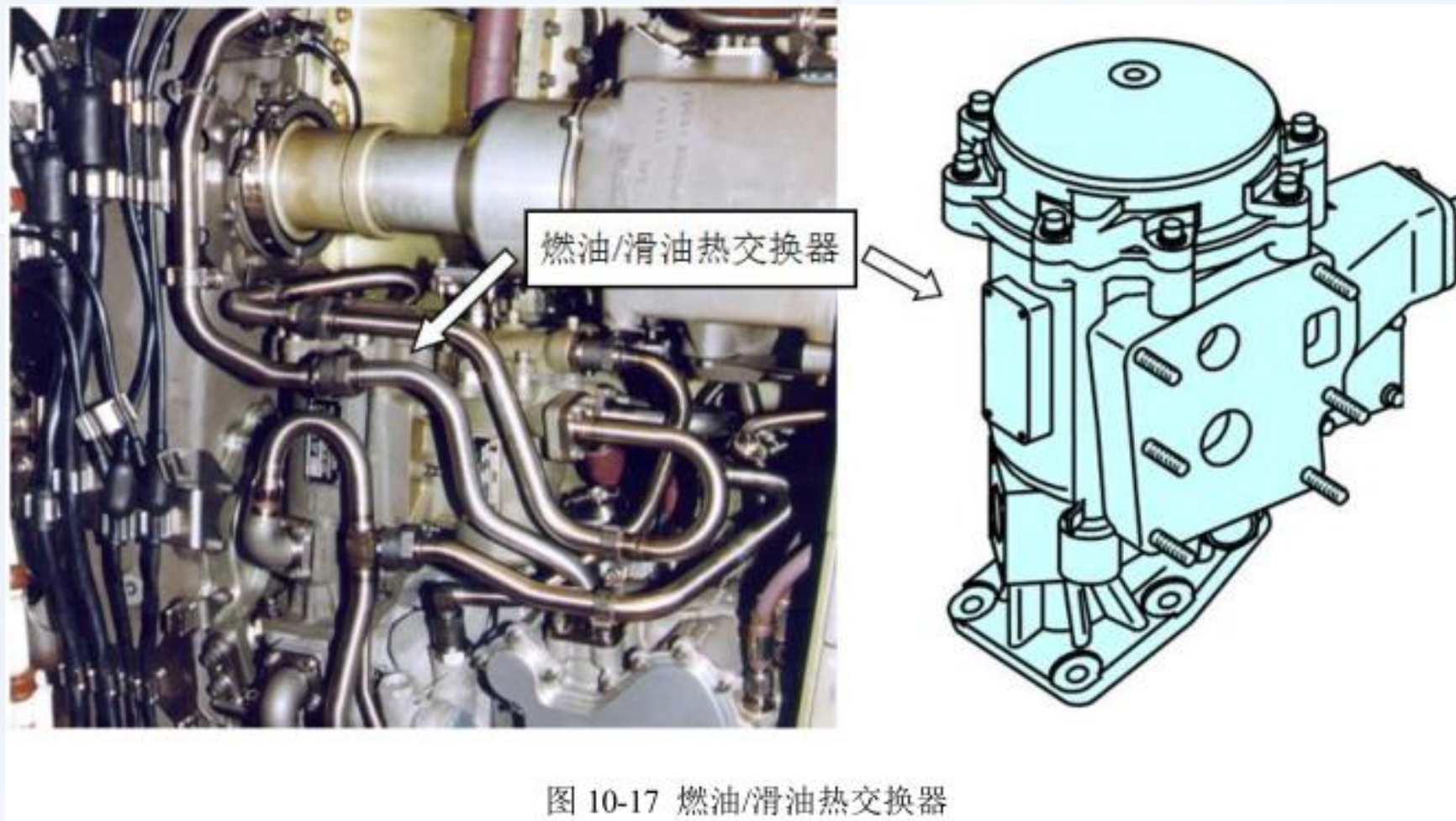


图 10-18 滑油泵、滑油滤、磁屑探测器



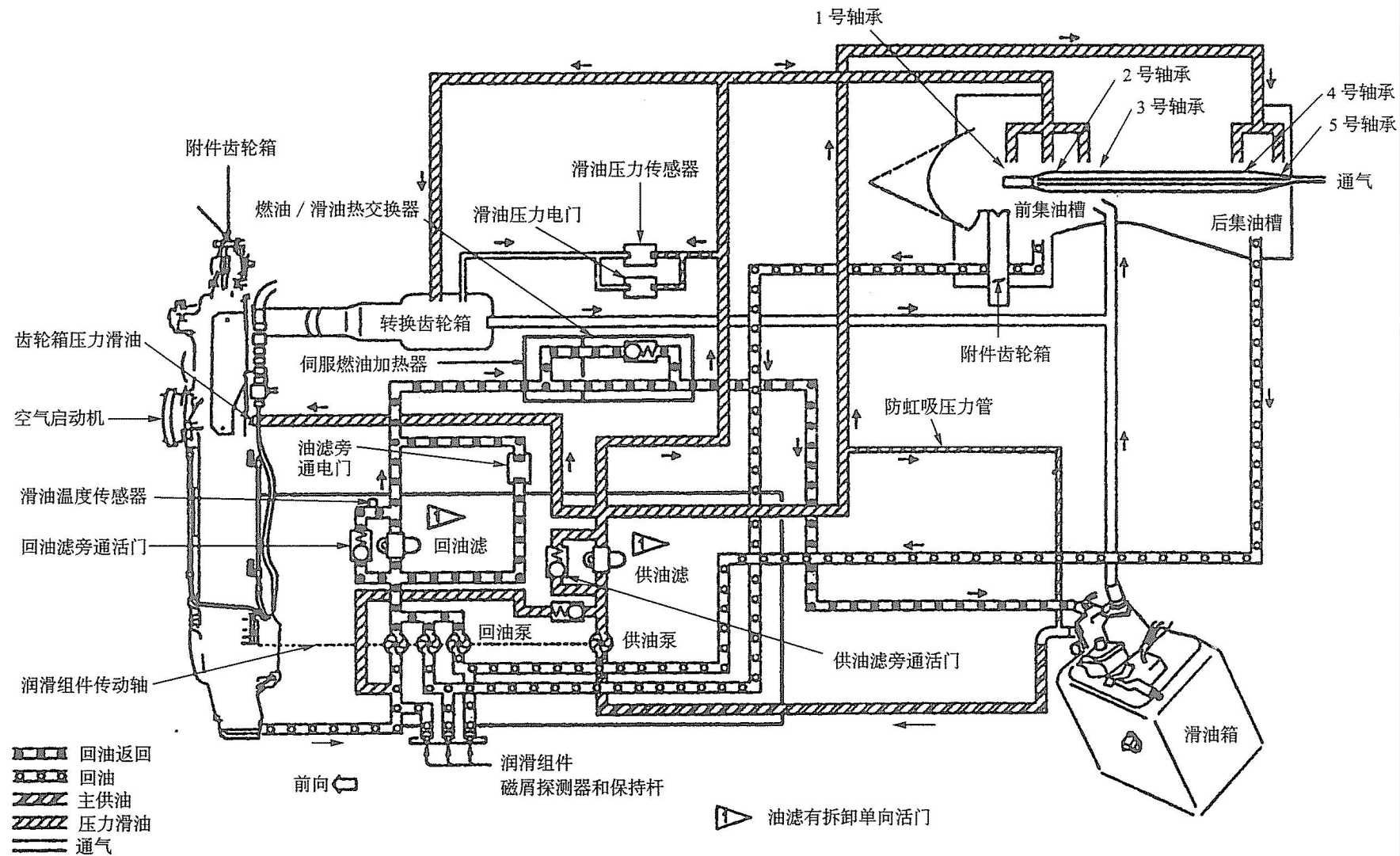


图 6-41 典型的滑油系统 (CFM56-3)

## 3.2 典型发动机滑油系统常见维护及安全注意事项

### a 系统维护的安全注意事项

- ◆ 高毒性，避免接触皮肤，及时用水冲掉。
- ◆ 进入眼睛，应立即用大量清水冲洗
- ◆ 对漆层和橡胶有腐蚀性，立即擦干净
- ◆ 滑油系统维护时，做好个人防护，橡胶手套、护目镜等

### 日常维护

- a) 滑油量检查
- b) 加油
- c) 磁堵检查
- d) 更换油滤
- e) 冲洗滑油系统

## a) 滑油量检查

- ◆ 每次落地后检查发动机滑油量
- ◆ 滑油箱或驾驶舱检查，但有些老飞机关车后发动机控制器断电，滑油箱检查为主
- ◆ 检查和添加滑油按规定时间内进行，过早或过晚数据不准确

## b) 加油

- ◆ 滑油低于规定值时，需要加注要求的量
- ◆ 滑油温度高且增压，关车5 分钟以内不打开口盖，
- ◆ 散热器燃油压力高于滑油压力。有燃油气味说明燃油进入滑油系统
- ◆ 应整夸脱添加滑油并对每次加油量作记录，

### c) 磁堵检查

磁堵及滑油滤检查滑油系统监控维护手段之一

定期检查 定期拆下磁堵检查有无异常 以A检或附件工卡  
视情检查 MCDU 上产生维护信息, 拆磁堵检查

疑似发动机**轴承等关键部件的成分**, 立即上报, 送检,  
未确定前**不能放行发动机**

## d) 更换油滤

- ◆ 不同机型油滤维护和滑油更换间隔有不同
- ◆ 定期拆下滑油滤旧油滤做报废，报废封圈
- ◆ 检查滑油非正常颜色或者颗粒含量，不正常碎片
- ◆ 有问题，颗粒、碎片进行化验，工程师决定下一步方案

## e) 冲洗滑油系统

- ◆ 滑油污染，包括燃油、液压油和洗涤剂等污染
- ◆ 处理方法**更换油滤并对滑油系统进行冲洗**

# 小结:

A faint, light-colored image of a commercial airplane is visible in the background, centered behind the table.

序号	思考题
1	滑油系统概述
2	组成和工作
3	典型发动机滑油系统维护介绍



**感谢聆听，欢迎指正**